// PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 10. 8. Dezember 1900. 2. Jahrgang.

INHALT.

Originalmitteilungen:
J. Drecker, Über den Nachweis einer optischen Täuschung. S. 145.
C. Zakrzewski, Über die elektromotorische Kraft, welche durch die Bewegung einer Flüssigkeit in einer versilberten Glasröhre hervorgebracht wird. S. 146.
F. Kurlbaum, Über einen Prioritätsanspruch von Herrn E. Villari. S. 147.
W. Wien, Über mögliche Ätherbewegungen. S. 148.
J. Stark, Form und Kraft der elektrischen Strömung, Energieumsatz in durchströmten Gasen. S. 150.
E. Bose, Über eine bequeme Kompensationsmethode für kleine elektromotorische Kräfte. S. 152.
Vorträge und Diskussionen von der 72. Naturforscherversammlung zu Aachen:
F. Richarz, Über Temperaturunterschiede in auf- und absteigenden Luftströmen. S. 153.
E. Pringsheim, Über die Gesetze der schwarzen Strahlung nach gemeinschaftlich mit O. Lummer ausgeführten Versuchen. S. 154.
Referate:
West's automatischer Umschalter für telephonische Nebenanschlüsse. S. 156.
Eingegangene Schriften. S. 160.
Personalien. S. 160.
Berichtigungen. S. 160.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Über den Nachweis einer optischen Täuschung.

Von J. Drecker.

Bei der Bedeutung, welche die von Herrn Wind[1]) in dieser Zeitschrift besprochene optische Täuschung für die Beurteilung einer ganzen Reihe von Versuchen über angebliche Beugung von Röntgenstrahlen erlangt hat, und bei der unabweisbaren Sicherheit, mit der wir jene Streifen zu sehen glauben, scheint es mir angezeigt, einen Versuch mitzuteilen, der die Nichtrealität der Erscheinung überzeugend darthut. Stellt man sich nach der von Herrn Wind angegebenen Methode, das Streifenbild mittels zweier Spalte auf einem Schirm dar, und konstruiert man aus den geometrischen Verhält-

Fig. 1.

nissen, den Breiten der Spalte und den Entfernungen derselben voneinander und vom Schirm die Helligkeitsverhältnisse auf dem Schirm, so kommt man zu dem in Fig. 1 gezeichneten Diagramm; zwischen AA' ist die Helligkeit konstant, und sie fällt dann nach beiden Seiten bis BB' gleichmässig auf Null. Das Auge sieht aber bei A und A' die grösste Helligkeit, während die Mitte dunkler erscheint. Photographiert man das Bild auf dem Schirm, sei es, dass man auf dem Schirm ein Stück Bromsilberpapier anbringt, sei es, dass man das Bild mittels der Kamera aufnimmt, so sieht man im Photogramm dieselben hellen Linien. Fig. 2 ist ein positiver Abdruck eines mit der Kamera aufgenommenen Negativs. Für die Realität oder Nichtrealität der Erscheinung bietet das Photogramm an sich selbstredend keine Entscheidung. Ich habe nun die Helligkeitsverhältnisse, wie im oben gezeichneten Diagramm, auf anderem Wege hervorgerufen. Ein gleichmässig beleuchteter Spalt wurde

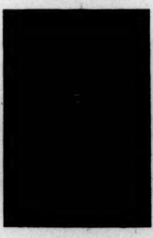


Fig. 2.

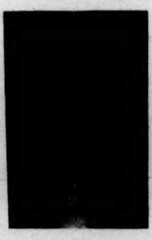


Fig. 3.

mittels Objektiv auf einen weissen Schirm projiziert, so dass das Auge einen gleichmässig hellen Streifen auf dunklem Grunde sieht, dabei treten keinerlei Streifen auf (ein Beweis dafür, dass die Machschen Streifen nicht durch blosse Kontrastwirkung zu erklären sind). Dann wird ein photographischer Apparat auf den Streifen eingestellt und gleichzeitig mit dem Öffnen des Objektivdeckels der Spalt symmetrisch nach beiden Seiten erweitert, nach 5 Sekunden wurde die Exposition beendet. Die Helligkeitsverhältnisse auf der Platte sind der Expositionsdauer (für so kleine Zeiten jedenfalls sehr genau) proportional, die Mitte des Bildes in der ursprüng-

1) Wind, Phys. Zeitschr. 1, 91 und 112, 1900.

lichen Breite wirkte 5 Sekunden und nach beiden Seiten nahm die Zeit bei gleichmässigem Drehen der Mikrometerschraube des Spaltes gleichmässig ab. Es ist also die Wirkung auf der Platte genau entsprechend dem Diagramm. Die entwickelte Platte zeigte dieselben Linien, wie sie bei dem Versuche Winds sich zeigen. Fig. 3 ist ein Abdruck derselben. Es ist hieraus zu schliessen, dass die hellen Linien nur durch die skizzierte Helligkeitsverteilung dem Auge vorgetäuscht werden, denn bei dem beschriebenen Versuch sind nur die Helligkeitsverhältnisse dieselben, hervorgerufen sind diese Helligkeitsverhältnisse auf grundverschiedenem Wege, insbesondere ist hier ein Grund zu einer etwaigen Beugung ganz ausgeschlossen.

Noch in anderer Weise überzeugt man sich von dem Mangel an Realität jener Streifen, wenn man ein photographisches Negativ des Bildes, welches recht kurz belichtet war, mikroskopisch betrachtet.

Sobald man die Vergrösserung so wählt, dass man nicht mehr einen grösseren Teil des Bildes übersehen kann, so verschwinden für das Auge die Streifen und man erkennt, wenn man das Bild quer durch das Gesichtsfeld zieht, die allmähliche Zunahme der Dichte der eingelagerten Silberkörner bis zum mittleren Teil AA', in welchem die Dichte konstant ist. Auch durch Zerschneiden eines Abdruckes auf Papier, am besten einer Vergrösserung auf Bromsilberpapier, lässt sich die Nichtrealität der Streifen nachweisen.

Aachen, 17. November 1900.

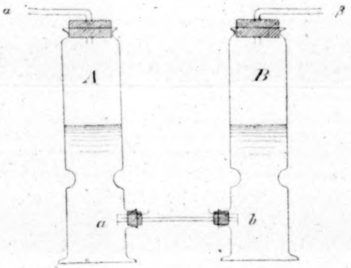
(Eingegangen 19. November 1900.)

Über die elektromotorische Kraft, welche durch die Bewegung einer Flüssigkeit in einer versilberten Glasröhre hervorgebracht wird.[1])

Von Constantin Zakrzewski.

Der Apparat, welcher zum Versuch diente, bestand aus zwei dickwandigen Glasgefässen (*A* und *B*), die durch eine innen versilberte Glaskapillare, welche in zwei Kautschukstopfen eingesetzt war, in Verbindung standen. Die Länge der Röhre betrug etwa 15 cm; ihr Durchmesser 0,2 mm. Zwei Platindrähte, an den Enden mit platinierten Elektroden aus demselben Metall versehen, durchsetzten die Stopfen (*a b*). Die Gefässe waren zur Hälfte mit Wasser gefüllt und mit Stopfen verschlossen, durch welche Messingröhren (α, β) hindurchgingen. Bald wurde nun die eine, bald die andere (mit Hilfe eines Kautschukschlauches) mit einem Gasregulator in Verbindung gesetzt, der in das Gefäss Luft einliess, die in einer Eisenflasche komprimiert war und deren Druck auf etwa 2 Atmosphären reduziert wurde.

Vermöge dieses Druckes ging das Wasser durch die Kapillare von dem einen Gefäss ins andere.



Die Elektroden standen mit einem astatischen Thomson-Galvanometer in Verbindung.

Resultate:

Ein Wasserstrom ist stets von einem elektrischen Strome begleitet, dessen Richtung von derjenigen des Wassers abhängt.

1) Die elektromotorische Kraft des Stromes ist proportional der Druckdifferenz an den beiden Enden der Kapillaren. In einer Messreihe wurden die folgenden Zahlen erhalten:

Druck in Atmosphären (P.)	Elektromotorische Kraft in Volt (E.)	Verhältnis (E P.)
0,5	0,026	0,0052
0,6	0,031	0,0051
0,8	0,043	0,0054

2) Sie hängt ab vom Abstande der Elektroden von den Enden der Kapillaren; die Entfernung derjenigen, die sich in dem Gefässe mit geringerem Druck befindet, vermindert die elektromotorische Kraft;

Grösse von E in willkürl. Einheiten.	Abstand der Elektrode b vom Ende der Röhre.
33	3 mm
25	10 „
20	

Das Resultat kann als eine Bestätigung der Quincke-Helmholtzschen Hypothese[1]) angesehen werden, die den Ursprung der elektromotorischen Kraft durch Zerreissen der an der Grenze

1) Bull. de l'Académie des sciences de Cracocie, Juni 1900.

1) Helmholtz, Studien über elektrische Grenzschichten im 1. Bande seiner „Wissenschaftlichen Abhandl."

von Silber und Wasser befindlichen elektrischen Doppelschicht erklärt. Die Entfernung der Elektrode in dem Gefässe mit geringerem Druck hat die Wirkung, dass die Menge derjenigen elektrisierten Wasserteilchen vermindert wird, welche die Elektrode erreichen und ihr ihre Ladung mitteilen.

Eine zweite Ladung muss nun in der Silberschicht angenommen werden. In der That beobachtet man einen bestimmten elektrischen Strom, wenn man die eine Elektrode entfernt, das Galvanometer direkt mit der Silberschicht in Berührung bringt und wenn der Wasserstrom gegen die Elektrode gerichtet ist. Die elektromotorische Kraft nimmt nach Massgabe der Entfernung der Elektrode ab. Hat der Wasserstrom eine entgegengesetzte Richtung, so ist der elektrische Strom viel schwächer. In diesem Falle werden fast alle elektrisierten Teilchen in dem Gefäss zerstreut und eine äusserst kleine Menge derselben passiert die Röhre und giebt ihre Ladung an die Silberschicht zurück.

Es kommt zuweilen [zumal bei neuversilberten Röhren] vor, dass die elektromotorische Kraft des Stromes plötzliche Änderungen anzeigt, indem sie von einigen Tausendstel Volt auf einige Zehntel ansteigt oder umgekehrt. Es ist dies eine Wirkung der Widerstandsänderung der Röhre mit ihrem flüssigen Inhalt. Man kann dieselbe fast stets auf die anfängliche Grösse reduzieren, indem man in der Nähe der Röhre elektrische Funken überspringen lässt. Die Röhre mit ihrem flüssigen Inhalt verhält sich hier wie die von Branly (Kohärer) gegen elektrische Wellen.

Die elektromotorische Kraft hängt auch von der Dicke der Silberschicht ab; sie ist um so kleiner, je dicker die Schicht ist.

Die Hypothese von Quincke und Helmholtz erlaubt auch, das Vorzeichen der Elektrizität an der Grenze des Silbers in Abhängigkeit von der Stromrichtung abzuleiten. Bei den Versuchen mit Wasser ist die Elektrode in dem Gefässe mit geringerem Druck stets positiv, ein Beweis dafür, dass Wasser in Berührung mit Silber positiv elektrisch ist. Nimmt man eine $^1/_{100}$ normale Silbernitratlösung, so ist die Richtung der elektromotorischen Kraft der in reinem Wasser beobachteten entgegengesetzt, die positive Elektrode ist die in dem Gefäss mit höherem Druck befindliche. Beim Verdünnen der Lösung mit Wasser erhält man eine Verminderung der Galvanometerablenkung und wenn die Konzentration der Lösung etwa $^1/_{3000}$ normal ist, ist die Stromrichtung umgekehrt. Eine Silbernitratlösung, deren Konzentration, also $^1/_{3000}$ normal überschreitet, erhält also eine negative Ladung in Berührung mit Silber; ist die Konzentration kleiner als $^1/_{3000}$, so erhält die Silbernitratlösung eine positive Ladung.

Bei der Grenzkonzentration müssen wir annehmen, dass die Ladung Null ist. Die konzentrierten Lösungen des Silbersulfates und Acetats verhalten sich wie reines Wasser, sie erhalten eine positive Ladung.

Die durch Herrn Professor der Physik Witkowski angeregte Arbeit wird in qualitativer und quantitativer Hinsicht fortgesetzt.

(Aus dem Französischen übersetzt von E. Bose.)

(Eingegangen 21. November 1900.)

Über einen Prioritätsanspruch von Herrn E. Villari.

Von F. Kurlbaum.

Villari giebt in dieser Zeitschrift 2. Jahrgang S. 87 eine selektive Inhaltsangabe eines Teils meiner Arbeit: „Änderung der Emission und Absorption von Platinschwarz und Russ mit zunehmender Schichtdicke"[1]) und sagt am Schluss: „Aus vorstehendem geht deutlich hervor, dass sich die letzthin von Kurlbaum erlangten Resultate zusammen mit anderen in meiner Arbeit vom Jahre 1878 befinden."[2]) Hiergegen muss ich geltend machen:

1. Ich habe die Emission von Platinschwarz und Russ gemessen, Villari aber hat die Emission von Platinschwarz nicht gemessen.

2. Ferner habe ich die Emission der beiden Substanzen mit derjenigen des Kirchhoffschen schwarzen Körpers verglichen, während Villari die Emission der verschieden dicken Schichten von Russ und anderen Stoffen nur mit der maximalen Emission des Russes verglichen hat. Da nun Thermosäule und Bolometer mit Platinschwarz oder Russ überzogen zu sein pflegen, so ist man innerhalb des untersuchten Gebietes mit Hilfe meiner Resultate im stande, eine Korrektion für absolute Strahlungsmessungen abzuleiten, so dass man denselben Wert erhält, als hätte man mit einem absolut schwarzen Messapparat gemessen. Diese Korrektion, welche der eigentliche Zweck meiner Arbeit war, kann man aus der Arbeit von Villari nicht ableiten.

3. Schliesslich habe ich die Emission von Platinschwarz und Russ an so vielen verschieden dicken, durch ihr Gewicht möglichst definierten Schichten gemessen, dass ich zwei geschlossene Kurvenzüge zeichnen konnte, welche einen charakteristisch verschiedenen Verlauf ergeben. Im Anschluss an diese Kurven habe ich in

1) Ann. der Phys. **67**, 846–58, 1899.

2) Atti dell' Accad. di Bologna Ser. III Bd. IX S. 145–172. Sul potere emissivo e sulla diversa natura del calorico emesso da diverse sostanze riscaldate a 100 gradi.

meiner Arbeit unter der Überschrift „Verschiedene Typen geschwärzter Flächen" S. 854—57 Betrachtungen angestellt, welche, wie ich jetzt betonen muss, neu sind, und welche Villari nicht anstellen konnte, da er den Verlauf der Kurven nicht kannte. Aus seinem Beobachtungsmaterial lässt sich wohl für einen Teil meiner Kurve die relative Höhe der Ordinaten ableiten, aber es können die zugehörigen Abscissen nicht angegeben werden.

In Anbetracht dieser drei wesentlichen Punkte kann ich der Behauptung Villaris, dass sich meine Resultate bereits in seiner Arbeit befänden, eine Berechtigung nicht zuerkennen.

Dagegen bin ich gern bereit, anzuerkennen, dass die Arbeit von Villari gegenüber den viel allgemeiner gehaltenen Resultaten von Leslie, Melloni, Knoblauch u. s. w. einen grossen Fortschritt bedeutete. Ebenso gern gebe ich zu, dass in meiner Arbeit viele Dinge als allgemein bekannt vorausgesetzt und besprochen werden, die von Villari und anderen gefunden sind, ich glaube sogar es vorzugsweise als Verdienst von Villari hinstellen zu können, dass seine Ansicht über die Abhängigkeit der Emission von der Schichtdicke innerhalb der letzten 20 Jahre Gemeingut aller Physiker geworden ist und jetzt jeder die von Villari gefundenen Thatsachen als bekannt ansieht. Deshalb habe ich es nicht für nötig gehalten, irgend eine der älteren Arbeiten zu zitieren, sondern habe nur die beiden neuesten Arbeiten auf diesem Gebiete zitiert, die von Crova und Compan,[1]) welche die gleiche Methode, wie ich angewandt haben, und die von Knut Ångström,[2]) welcher eine ganz andere Methode anwandte.

1) Crova et Compan. Sur le pouvoir absorbant du noir de fumée pour la chaleur rayonnante. Compt. rend. **126**, 707—710. 1898.

2) Knut Ångström, Absorptionsvermögen geschwärzter Körper. Verhandl. der Akad. d. Wiss. zu Stockholm, **5**, 283—295, 1898.

(Eingegangen 22. November 1900.)

Über mögliche Ätherbewegungen.

Von W. Wien.

Herr G. Mie hat die Behauptung aufgestellt, dass die von Helmholtz gemachte Annahme, dass die Trägheit des Äthers Null sei, unvereinbar ist mit der Thatsache, dass der Poyntingsche Vektor Wirbelstellen besitzt.

Obwohl ich nun, wie ich schon in meinem Düsseldorfer Referat ausgesprochen habe, mit Herrn Mie darin übereinstimme, dass die Helmholtzsche Annahme zu Widersprüchen führt, so muss ich doch darauf hinweisen, dass sich dies Ergebnis nicht daraus schliessen lässt, dass der Poyntingsche Vektor Wirbelstellen besitzt.

Um die Art der Schlussweise des Herrn Mie genau zu prüfen, gehen wir von Gleichungen aus, die Helmholtz für den Fall abgeleitet hat, dass der Äther eine reibungslose inkompressible Flüssigkeit ohne Trägheit sei.

Bedeuten α, β, γ die Komponenten der Geschwindigkeit, x, y, z die Koordinaten eines Ätherteilchens, $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{Q}$, $\mathfrak{R}$ die Komponenten des Poyntingschen Energiestroms, A die reziproke Lichtgeschwindigkeit, so lauten die Helmholtzschen Gleichungen, wenn unter P der hydrostatische Druck verstanden wird:

$$\begin{aligned}
0 &= \frac{\partial P}{\partial x} + A\left[\frac{\partial \mathfrak{P}}{\partial t} + \beta\left(\frac{\partial \mathfrak{P}}{\partial y} - \frac{\partial \mathfrak{Q}}{\partial x}\right) - \gamma\left(\frac{\partial \mathfrak{R}}{\partial x} - \frac{\partial \mathfrak{P}}{\partial z}\right)\right] \\
0 &= \frac{\partial P}{\partial y} + A\left[\frac{\partial \mathfrak{Q}}{\partial t} + \gamma\left(\frac{\partial \mathfrak{Q}}{\partial z} - \frac{\partial \mathfrak{R}}{\partial y}\right) - \alpha\left(\frac{\partial \mathfrak{P}}{\partial y} - \frac{\partial \mathfrak{Q}}{\partial x}\right)\right] \qquad 1) \\
0 &= \frac{\partial P}{\partial z} + A\left[\frac{\partial \mathfrak{R}}{\partial t} + \alpha\left(\frac{\partial \mathfrak{R}}{\partial x} - \frac{\partial \mathfrak{P}}{\partial z}\right) - \beta\left(\frac{\partial \mathfrak{Q}}{\partial z} - \frac{\partial \mathfrak{R}}{\partial y}\right)\right]
\end{aligned}$$

Wir wollen nun der Kürze halber die „Wirbel" des Poyntingschen Energiestroms

$$\frac{\partial \mathfrak{Q}}{\partial z} - \frac{\partial \mathfrak{R}}{\partial y},\ \frac{\partial \mathfrak{R}}{\partial x} - \frac{\partial \mathfrak{P}}{\partial z},\ \frac{\partial \mathfrak{P}}{\partial y} - \frac{\partial \mathfrak{Q}}{\partial x} \text{ mit } \xi, \eta, \zeta$$

bezeichnen.

Eliminieren wir aus der Gleichung 1) P durch Differenzieren nach den Koordinaten und subtrahieren von je zwei Gleichungen, so erhalten wir

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y}(\beta\xi - \alpha\eta) - \frac{\partial}{\partial z}(\alpha\zeta - \gamma\xi) &= 0 \\
\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z}(\gamma\eta - \beta\zeta) - \frac{\partial}{\partial x}(\beta\xi - \alpha\eta) &= 0 \qquad 2) \\
\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\alpha\zeta - \gamma\xi) - \frac{\partial}{\partial y}(\gamma\eta - \beta\zeta) &= 0
\end{aligned}$$

Wenn zu einer Zeit ξ, η, ζ und ihre Differentialquotienten nach den Koordinaten überall Null sind, so verschwinden hiernach auch $\frac{\partial \xi}{\partial t}$, $\frac{\partial \eta}{\partial t}$, $\frac{\partial \zeta}{\partial t}$. Es verschwinden dann ξ, η, ζ immer. Die Existenz von Null verschiedener Werte von ξ, η, ζ ist daher mit den Gleichungen 2) nicht vereinbar, wenn diese Werte für irgend eine Zeit überall verschwinden.

Dasselbe lässt sich aber nicht für solche Fälle sagen, wo die ξ, η, ζ niemals verschwinden. Das letztere ist nun aber meistens der Fall. Bei allen fortlaufenden Störungen z. B. verschwinden die ξ, η, ζ niemals überall.

In diesen Fällen kann man auch nicht sagen, die Existenz des Poyntingschen „Wirbels" wäre ohne weiteres mit der Gleichung 2) unvereinbar. Es bedarf deshalb auch hier besonderer Beispiele, bei denen Werte von ξ, η, ζ vorhanden sind, die zu einer Zeit überall verschwinden. Ein solches Beispiel bildet stehende Wellen an einem Draht von unendlichem Leitungsvermögen.

Hier verschwinden zu bestimmten Zeiten die elektrischen Kräfte überall und dann ist auch der Poyntingsche Wirbel Null. Dann sind in der That die Gleichungen 2) nicht erfüllbar.

Wenn ich nun hier die Schlussweise des Herrn Mie zwar nicht als genau anerkennen, aber doch in ihrem Ergebnis bestätigen kann, so muss ich seinen weiteren Ausführungen, wo er auf Grund gewisser Experimente das Eintreten von Ätherströmungen erwarten zu müssen glaubt, entgegentreten.

Wenn man, wie es in der Ableitung der Gleichungen 2) geschieht, von äusseren Kräften absieht, so muss, wenn man irgendwo ein elektromagnetisches Feld sich entwickeln lässt, ein solches schon vorher an einem andern Orte bestanden haben. Denn aus den Maxwellschen Gleichungen folgt, dass, wenn die elektrischen und magnetischen Kräfte zu einer Zeit überall verschwinden, sie immer gleich Null bleiben. Wenn man andererseits Strömungen im Äther nachweisen will, so muss man sich vergewissern, dass diese Strömungen aus den Gleichungen 1) notwendig folgen, und es genügt nicht, dass diese Strömungen mit den Gleichungen 1) nur verträglich sind. Denn wenn mit diesen Gleichungen ebensogut das Fehlen von Strömungen verträglich ist, so lässt sich aus einem thatsächlichen Ausbleiben solcher Strömungen nichts schliessen.

Da ein ganz masseloser Äther nach dem oben Besprochenen ausgeschlossen werden muss, so fügt Herr Mie auf der linken Seite der Gleichungen 1) die von der Trägheit herrührenden Glieder ein, nämlich $s\left(\frac{\partial\alpha}{\partial t} + \alpha\frac{\partial\alpha}{\partial x} + \beta\frac{\partial\alpha}{\partial y} + \gamma\frac{\partial\alpha}{\partial z}\right)$, wo s die Dichtigkeit des Äthers bezeichnet. Dann sind

$$s\alpha = A\mathfrak{P},\ s\beta = A\mathfrak{Q},\ s\gamma = A\mathfrak{R}$$

mögliche Integrale der Gleichungen 1). Herr Mie meint nun, dass bei der Herstellung eines statischen, aus geradlinigen einander senkrecht schneidenden elektrischen und magnetischen Kraftlinien bestehenden Feldes, sich die durch diese Gleichungen bestimmten Ätherströmungen herstellen müssten. Er beweist aber nicht, dass diese Strömungen die einzig möglichen sind, die sich immer herstellen, auf welche Weise sich auch das statische Feld ausbildet.

Wir wollen nun untersuchen, ob die Herstellung eines solchen Feldes überhaupt immer Ätherströmungen hervorzurufen braucht.

Wir betrachten ein Feld, bei dem die elektrische Kraft X parallel der x-Achse, die magnetische M parallel der Y-Achse verläuft.

Die Maxwellschen Gleichungen für ruhenden Äther beschränken sich dann auf die beiden Gleichungen

$$\frac{\partial X}{\partial z} = -A\frac{\partial M}{\partial t},\quad \frac{\partial M}{\partial z} = -A\frac{\partial X}{\partial t}.$$

Ein Integral dieser Gleichungen finden wir, wenn wir

$$X = \mathfrak{A}f\,(nt - mz) + X_o$$
$$M = \mathfrak{A}f\,(nt - mz)$$

setzen. Hier sind $\mathfrak{A}$, m, n Konstanten und $\frac{m}{n} = A$.

f ist eine beliebige Funktion eines Arguments.

Setzen wir

$$f\,(nt - mz) = arctg\,\varepsilon\,(nt - mz) + \frac{\pi}{2}$$
$$lim\,\varepsilon = \infty$$

so springt für wachsendem t der Wert von f bei $z = \frac{t}{A}$ von Null auf π. Bei $z = o$ werde ich also bei $t = o$ ein Feld haben, in welchem bisher $X = X_0$ und $M = o$ war, nun plötzlich aber die Feldstärke $X = \pi\mathfrak{A} + X_0$ und $M = \pi\mathfrak{A}$ herrscht.

Vor der Zeit $t = o$ hatten wir also für alle positiven z ein Feld $X = X_0$, wo gar kein Energiestrom vorhanden war. Nach dieser Zeit ist ein Energiestrom vorhanden, aber da der Wirbel des Poyntingschen Energiestroms Null ist, so ist überhaupt keine Ätherströmung notwendig. Es giebt also jedenfalls eine bestimmte, den Maxwellschen Gleichungen genügende Herstellungsart eines Feldes, bei dem sich die geraden elektrischen und magnetischen Kraftlinien senkrecht schneiden, wo eine Strömung des Äthers jedenfalls nicht notwendig einzutreten braucht und wenn Herr Mie bei seinen Versuchen ein negatives Ergebnis erhielt, so lassen sich daran jedenfalls zunächst gar keine Schlussfolgerungen knüpfen. Es müsste erst berechnet werden, ob die bestimmte von ihm gebrauchte Herstellungsweise des elektro-

magnetischen Feldes bestimmte Energieströmungen notwendig hervorrufen muss, ehe sich Schlüsse über die Dichtigkeit des Äthers daraus ziehen lassen. (Eingegangen 22. November 1900.)

Form und Kraft der elektrischen Strömung, Energieumsatz in durchströmten Gasen.[1])

Von J. Stark.

Die vorliegende Mitteilung soll eine Fortsetzung sein der von mir gegebenen Beiträge[2]) zur Theorie der elektrischen Strömung. Die von mir vertretene Auffassung ist entwickelt an den Erscheinungen der elektrischen Strömung in Gasen. Da aber diese die allgemeinste Form annehmen kann, welche unsere Erfahrung kennt, so gelten die von mir vertretenen theoretischen Anschauungen ganz allgemein für jeden beliebigen Leiter; die elektrische Strömung in Metallen und diejenige in Elektrolyten sind Spezialfälle der allgemeinen Form der Strömung in Gasen.

1. Formen der elektrischen Strömung. — Wie früher, sei auch hier unterschieden zwischen einem Strom Jp der positiven Teilchen, einem Strom Jn der negativen und einem Gesamtstrom $Jg = Jp + Jn \cdot Jp$ ist die positive Elektrizitätsmenge, welche in der Zeiteinheit durch ein Flächenelement oder, wie hier immer angenommen sei, durch die Flächeneinheit (Stromdichte) hindurchgeht.

Es hält nicht schwer, für den nicht stationären Zustand die Gleichungen, die für den stationären gelten, zu erweitern. Hier soll nur die stationäre Strömung betrachtet werden; die für diese in Betracht kommenden Grössen sollen also keine Funktion der Zeit sein. Sind Jg_x, Jg_y, Jg_z die Komponenten der Gesamtströmung nach den drei Koordinatenachsen, so muss für den stationären Zustand die bekannte Beziehung gelten:

$$\frac{\partial Jg_x}{\partial x} + \frac{\partial Jg_y}{\partial y} + \frac{\partial Jg_z}{\partial z} = 0.$$

Der einfachste Fall der elektrischen Strömung ist der Rowlandsche mechanische Konvektionsstrom; führt die cyklische Rotation eines symmetrisch geladenen Körpers zeitlich konstant die Elektrizitätsmenge E mit der Geschwindigkeit C durch die Flächeneinheit, so ist die Gesamtströmung $Jg = E \cdot C$.

Die nächste, praktisch wichtigste Form ist der gewöhnliche Leitungsstrom. Durch die Kräfte Kp_1, $Kp_2 \cdots$ werden die positiven Teilchen in Bewegung gesetzt, durch Kn_1, $Kn_2 \cdots$ die negativen; die Bewegung erfolgt ohne Beschleunigung, grössere Geschwindigkeiten der elektrischen Teilchen treten nicht auf. Ist Np die Anzahl der positiven Teilchen, Nn die der negativen, e die Ladung, sind Vp und Vn die absoluten Beweglichkeiten der Teilchen (Geschwindigkeiten unter der Kraft Eins), so gelten folgende Beziehungen:

$$Jp = Np_1 \cdot e_1 \cdot Vp_1 \cdot Kp_1 + Np_2 \cdot e_2 \cdot Vp_2 \cdot Kp_2 + \cdots$$
$$Jn = Nn_1 \cdot e_1 \cdot Vn_1 \cdot Kn_1 + Nn_2 \cdot e_2 \cdot Vn_2 \cdot Kn_2 + \cdots$$
$$Jg = Jp + Jn$$

Die dritte Form ist der Ionenschuss.[1]) Hier nehmen die bewegten elektrischen Teilchen unter der Wirkung der an ihnen angreifenden Kräfte grosse Geschwindigkeiten an und behalten sie in den auf einanderfolgenden Leiterstücken zum Teil bei; hier tritt also neben dem Leitungsstrom noch ein Konvektionsstrom auf (er sei elektrisch genannt). Für diesen elektrischen Konvektionsstrom gelten folgende Beziehungen, wenn Ep bezw. En die Elektrizitätsmengen sind, die mit den Geschwindigkeiten Cp bezw. Cn durch den betrachteten Querschnitt schiessen.

$$Jp = Ep_1 \cdot Cp_1 + Ep_2 \cdot Cp_2 + \cdots$$
$$Jn = En_1 \cdot Cn_1 + En_2 \cdot Cn_2 + \cdots$$
$$Jg = Jp + Jn$$

Der allgemeine Fall der stationären elektrischen Strömung ist der, dass in demselben Leiter gleichzeitig ein mechanischer Konvektionsstrom und Ionenschuss (Leitungs- und elektrischer Konvektionsstrom) vorhanden sind. Fallen die drei Strömungen in dieselbe Richtung (x), so gilt im stationären Zustand:

$$Jg = Jp + Jn = E \cdot C + Np_1 \cdot e_1\, Vp_1 \cdots Kp_1 + \ldots + Nn_1 \cdot e_1\, Vn_1 \cdot Kn_1 + \cdots + Ep_1 \cdot Cp_1 + \cdots En_1 \cdot Cn_1 + \cdots$$

$$\frac{\partial Jg}{\partial x} = \frac{\partial Jp}{\partial x} + \frac{\partial Jn}{\partial x} = 0.$$

Bezüglich Erweiterung der vorstehenden Beziehungen für den zeitlich variablen Zustand sei darauf hingewiesen, dass in der bekannten Weise noch der Polarisationsstrom einzuführen ist.

2. Die Kraft der elektrischen Strömung. — In diesem Abschnitt sollen die Komponenten der Gesamtkraft K besprochen werden, welche an den Teilchen der elektrischen Strömung angreifen können. Es können hier offenbar nicht solche Kräfte in Betracht kommen, welche allen elektrischen Teilchen gleichgrosse und gleichgerichtete Geschwindigkeiten erteilen, sondern nur solche, welche an den positiven und negativen Teilchen verschiedene (nach Richtung und Grösse) Geschwindigkeiten hervorbringen.

Diejenige Kraft, welche in den meisten Fällen elektrischer Strömung wirksam ist, ist die elektrische, entspringend aus der Verteilung des elektrischen Potentials. Ihre Komponenten seien

1) Die hier in vorläufiger Form entwickelten Gedanken werden zusammen mit dem Inhalt früherer verwandter Mitteilungen Gegenstand einer ausführlichen Abhandlung in den Annalen der Physik sein.

2) Diese Zeitschr. **1**, 396, 430, 439, 1900; **2**. 4, 17, 1900. Ann. d. Physik **2**, 62, 1900; **3**, 241, 492, 1900

1) Vergl. diese Zeitschr. **2**, 132, 1900.

X, Y, Z. Die elektrischen Kräfte in dem Leiterstück ∂x können herrühren entweder von einer ausserhalb liegenden Elektrizitätsquelle oder von einer innerhalb ∂x liegenden wahren Ladung.[1]) Es seien demgemäss innere (Xi) und äussere (Xa) elektrische Kräfte unterschieden.

Ferner kann an den elektrischen Teilchen eine magnetische Kraft angreifen; ihre Komponenten seien A, B, C. Sind $\left(\frac{dx}{dt}\right)p$ bezw. $\left(\frac{dx}{dt}\right)n$ die Geschwindigkeiten der elektrischen Teilchen, so ist die an dem Teilchen e_1 in der Richtung x wirkende magnetische Kraft

$$e_1 \cdot \left[B \cdot \left(\frac{dz}{dt}\right)p_1 - C \cdot \left(\frac{dy}{dt}\right)p_1\right]$$

$\frac{dx}{dt}$ bezw. $\frac{dy}{dt}$, $\frac{dz}{dt}$, lässt sich in folgende Teile zerlegen: 1. Wanderungsgeschwindigkeit im Leitungsstrom, 2. elektrische Konvektionsgeschwindigkeit, 3. Diffusionsgeschwindigkeit, 4. thermische Geschwindigkeit auf Grund der absoluten Temperatur, 5. relative mechanische Geschwindigkeit in Bezug auf Punkte mit konstanter magnetischer Feldstärke. Diesen verschiedenen Teilen entsprechen folgende Gruppen von Erscheinungen: 1. galvanomagnetische Effekte (Hall-Effekt), 2. magnetisches Verhalten der Kathoden- und Kanalstrahlen, 3. Erregung elektrischer Kräfte bei Diffusion senkrecht zu magnetischen Kraftlinien (noch nicht nachgewiesen), 4. thermomagnetische Effekte, 5. Induktion.

Drittens kann eine Kraft folgender Art auf die elektrischen Teilchen in dem Leiterstück ∂x wirken. Den elektrischen Teilchen ist ein osmotischer Partialdruck Dp bezw. Dn zuzuschreiben, der die bekannte Funktion der Anzahl der Teilchen und der absoluten Temperatur ist. Die infolge räumlich variablen osmotischen Druckes wirkenden Kräfte sind, $-\frac{\partial Dp}{\partial x}$ bezw. $-\frac{\partial Dn}{\partial x}$. Diese Gefälle der Partialdrucke treten hier allgemein an die Stelle gewisser sogenannter elektromotorischer Kontaktkräfte.

Endlich ist noch eine Kraft folgender Art einzuführen. Jedes einzelne elektrische Teilchen oder Ion ist umgeben von einem elektrischen Feld (Ionenfeld), dem eine gewisse potentielle Energie innewohnt. Ist das Ion von einem rings gleichartigen Medium umgeben, so ist das Ionenfeld nach allen radialen Richtungen gleichartig, es ist symmetrisch. Wenn jedoch das umgebende Medium räumlich variabel ist, so wird das Ionenfeld asymmetrisch. Und auf Grund dieser Asymmetrie erfährt es unabhängig von äusseren Kräften einen Bewegungsantrieb; die hierbei an der Ladung Eins des Ions wirkende Kraft sei mit Feldtrieb F_1 bezeichnet, eine für jedes Ion und jedes Medium individuelle Grösse. Die Bewegung des Ions erfolgt unter dem Feldtrieb so, dass die potentielle Energie des Feldes kleiner wird. Der hier gekennzeichnete Feldtrieb stellt diejenigen elektromotorischen Kontaktkräfte dar, die nicht auf osmotische Drucke zurückgeführt werden können.[1])

1) Vergl. diese Zeitschr. **2**, 132, 1900.

Im allgemeinen Fall ist nach dem Vorstehenden die in der elektrischen Strömung in der Richtung x an der Ladung Eins wirkende Kraft

$$(Kp_1)_x = X_i + X_a$$
$$+ B \cdot \left(\frac{dz}{dt}\right)p_1 - C \cdot \left(\frac{dy}{dt}\right)p_1$$
$$\frac{1}{Np_1 \cdot e_1} \cdot \frac{\partial Dp}{\partial x} + (Fp_1)_x$$

3. Umsatz der Energie in durchströmten Gasen. — Die nachstehenden Betrachtungen besitzen nicht allgemeinen Charakter wie die obigen; sie beziehen sich auf durchströmte Gase; sie lassen sich indes ohne grosse Schwierigkeit allgemein ausgestalten.

Die Energieumsetzung in durchströmten Gasen exakt und erschöpfend darzustellen, ist Aufgabe der Thermodynamik. Hier sollen lediglich die leitenden Gedanken kurz entwickelt werden.

Die Arbeitsleistungen[2]) in der Strömung elektrischer Teilchen gegen magnetische Kräfte, die Gefälle der Partialdrucke und die Feldtriebe sollen hier nur erwähnt, aber, weil vermutlich klein, nicht näher betrachtet werden. Auf die Arbeitsleistungen gegen die Kräfte der inneren Ladungen habe ich bereits in einer früheren Abhandlung[3]) hingewiesen.

Abgesehen von den vorstehenden Energieumsetzungen sind noch folgende zu beachten. Es wird in durchströmten Gasen einmal die Energie des elektrischen Feldes in lebendige Kraft der elektrischen Teilchen und zuletzt in Joulesche Wärme verwandelt. Ein Teil der kinetischen Energie der elektrischen Teilchen wird (zusammen mit einem Teile der Feldenergie) bei der Ionisierung[4]) neutraler Teilchen in potentielle Energie der Ionisationprodukte in Bezug aufeinander verwandelt. An gewissen Stellen der Entladebahn kann diese potentielle Energie wieder in Form von Licht und Wärme erscheinen, wenn positive und negative Teilchen wieder zu elektrisch neutralen Gebilden zusammentreten.

Die Frage ist nun, wie sich diese Energieumsetzungen auf die Strombahn in einem Gase verteilen. Es liegt auf der Hand, dass alle Umsetzungen, speziell die Produktion von Joulescher Wärme, im allgemeinen längs der ganzen Strombahn, aber in variablem Masse stattfinden. Wir sind geneigt zu erwarten, dass die Temperatur an den Stellen, wo die elektrische Kraft oder der spezifische Widerstand ein Maximum bezw. ein

1) Vergl. W. Nernst, Zeitschr. f. phys. Chem. **4**, 176, 1889.
2) Zur Behandlung der hierhergehörigen Strahlung empfiehlt sich die Einführung des elektromagnetischen Feldes des einzelnen elektrischen Teilchens. Vergl. diese Zeitschr. **1**, 442, 1900.
3) Diese Zeitschrift **2**, 6, 1900.
4) Diese Zeitschrift **2**, 17, 1900.

Minimum besitzt, ebenfalls ein Maximum bezw. ein Minimum habe. Dies trifft in Wirklichkeit nicht genau zu, ja zum Teil ist gerade das Umgekehrte der Fall[1]). Zwei Vorgänge erklären diese Erscheinung.

Einmal die elektrische Konzentrationsänderung[2]). Die räumliche Variation der Stärke des positiven und des negativen Stromes bewirkt an Stellen der Kraftminima eine Anhäufung, an den Stellen der Maxima eine Verdünnung der positiven und negativen Teilchen. Dort erfolgt darum eine Entwicklung von Wärme und Licht aus der potentiellen Energie der positiven und negativen Teilchen in Bezug aufeinander, indem sich diese teilweise wieder zu elektrisch neutralen Gebilden vereinigen. An den Stellen der Kraftmaxima wird dagegen durch die elektrische Konzentrationsänderung solche potentielle Energie fortgeführt.

Dieser Vorgang, dass Energie an einer anderen Stelle als den Stellen der ursprünglichen Umsetzung auftaucht, wiederholt sich in dem gleichen Sinn noch in einer anderen Form. Bei dem gewöhnlichen Leitungsstrom erscheint die aus der Feldenergie gewonnene kinetische Energie der elektrischen Teilchen als Joulesche Wärme überall da, wo sie gewonnen wird. Beim Ionenschuss ist dies nicht mehr der Fall.[3]) Mit den dahinschiessenden Ionen[4]) tritt deren kinetische Energie aus Maximalstellen der Kraft in die Minimalstellen über und kommt hier als Joulesche Wärme oder Strahlungsenergie durch Zusammenstösse zum Vorschein, während nicht ein gleicher Energiebetrag von links und rechts in die Maximalstelle der Kraft durch den Ionenschuss eingeführt wird.

1) Diese Zeitschrift **2**, 6, 1900.
2) Diese Zeitschrift **2**, 4, 1900; Ann. d. Physik. **3**, 510, 1900.
3) Diese Zeitschrift **1**, 441, 1900.
4) Vergl. E. Riecke, Wied. Ann. **66**, 353, 1898.

Göttingen, 14. November 1900.

(Eingegangen 22. November 1900.)

Ueber eine bequeme Kompensationsmethode für kleine elektromotorische Kräfte.

Von Emil Bose.

Die Technik der elektrischen Messinstrumente ist in den letzten Jahren ausserordentlich vorgeschritten und hat Präzisionszeigerinstrumente geschaffen, die bei grosser Exaktheit ein ungemein bequemes Arbeiten ermöglichen. Ich habe nun in den letzten Semestern häufiger von einem solchen Instrument Gebrauch gemacht, um nach einem einfachen Kompensationsverfahren auch sehr kleine elektromotorische Kräfte zu messen und möchte dasselbe daher kurz skizzieren, da ich es nirgends in dieser einfachen Form beschrieben gefunden habe.

Ein Millivolt- und -ampèremeter von Siemens & Halske hat 1 Ω Widerstand und 150 Skalenteile, erlaubt also bei der in Fig. 1 dargestellten und ohne weiteres verständlichen Schaltung die Messung von Spannungen bis 0,150 Volt durch Kompensation an den Klemmen des Instrumentes und darauf folgendes einfaches Ablesen.

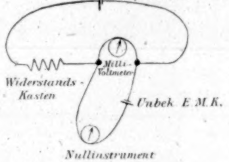


Fig. 1.

Dasselbe Instrument ermöglicht nun die genaue Messung sehr viel kleinerer Spannungen unter Benutzung der dem Instrumente zur Strommessung beigegebenen Nebenschlusswiderstände von $\frac{1}{9}, \frac{1}{99}, \frac{1}{199}, \frac{1}{499}, \frac{1}{999}$ u. s. w. Hierzu legt man einen solchen Nebenschlusswiderstand vor das Millivoltmeter und kompensiert an

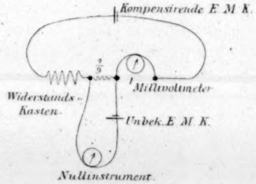


Fig. 2.

dessen Enden. Man liest alsdann am Instrument das 9 fache, 99 fache u. s. w. der kompensierten elektromotorischen Kraft ab. Fig. 2 giebt die Skizze der einfachen Schaltung.

Die Rechnung gestaltet sich überaus einfach und die Methode ermöglicht die genaue Messung äusserst kleiner Spannungen ohne Interpolation und ohne ein Normalelement, mit Hilfe eines beliebigen (auch unkalibrischen) Widerstandskastens, da dessen Wert ja gar nicht in die Messung eingeht. Die Kontrolle der Messungen ist durch eine Aichung des Instrumentes mit und ohne den betr. Nebenschluss leicht zu erbringen.

Die Methode ist zur Messung kleiner elektromotorischer Kräfte überaus bequem und wollte ich dieselbe deshalb den Lesern dieser Zeitschrift nicht vorenthalten.

(Eingegangen 26. November 1900.)

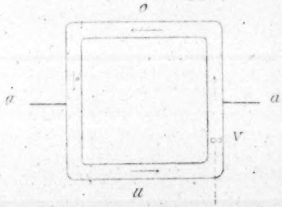
VORTRÄGE UND DISKUSSIONEN VON DER 72. NATURFORSCHERVERSAMMLUNG ZU AACHEN.

F. Richarz (Greifswald), Über Temperaturunterschiede in auf- und absteigenden Luftströmen.

Bei den Versuchen, welche Krigar-Menzel und ich in Spandau zur Bestimmung der Gravitationskonstante angestellt haben, vereitelten Temperaturdifferenzen die Ausführung der ursprünglich geplanten Methode. Nach dieser sollten Wägungen auf der vierschaligen Wage ausgeführt werden, wenn ein Gewichtsstück sich auf einer oberen, das andere auf der entgegengesetzten unteren Wagschale befand, und dann wieder, nachdem jenes auf die betreffende untere, dieses auf die obere Wagschale gebracht worden war. Bei Versetzung eines Gewichtsstückes bildete sich um ein wärmeres Gewichtsstück in kälterer umgebender Luft ein aufsteigender Luftstrom, der das Gewichtsstück in die Höhe mitnahm, wodurch es zu leicht erschien. Umgekehrt war es, wenn das Gewichtsstück kälter war, als die neue Umgebung nach dem Vertikaltransport. Es trat daher an Stelle dieser Methode ein kompliziertes System von Horizontalvertauschunngen, während Vertikalvertauschungen nur am Schluss jedes Arbeitstages vorgenommen wurden. Man kann sich nun die Frage vorlegen, wie weit es überhaupt in Räumen, die von der äusseren Luft abgeschlossen sind, in denen aber vertikales Umrühren der Luft vorkommt, möglich ist, eine Unabhängigkeit der Temperatur von den Koordinaten zu gewinnen. Eine Grenze ist durch das Gesetz des konvektiven Gleichgewichts von Lord Kelvin gegeben. Dieser Zustand muss sich immer wieder herstellen, wenn auf- und absteigende Luftströme vorhanden sind, und muss dazu führen, dass ein aufsteigender Luftstrom oben schon die niedere Temperatur vorfindet, die er in Folge der adiabatischen Druckverminderung und Abkühlung selbst annimmt; und umgekehrt ein absteigender Luftstrom unten die höhere, die er selbst durch seine Kompression annimmt. Für einen solchen Zustand konvektiven Gleichgewichts gilt die Gleichung:
$$\frac{d\vartheta}{dx} = -\frac{g}{C_p}$$
wo C_p die spezifische Wärme bei konstantem Druck in mechanischem Masse, ϑ die Temperatur, x die vertikale Höhe bedeutet. Nimmt man Luft von mittlerem Feuchtigkeitsgehalte an, so erhält man hieraus für die Abnahme der Temperatur mit der Höhe
$$\frac{d\vartheta}{dx} = -0{,}00978^0 \text{ C. pro Meter.}$$

Für die Atmosphäre liegen neue Resultate von Bezold berechnet nach den Resultaten der wissenschaftlichen Ballonfahrten von Assmann und Berson vor. In 8–9 Kilometer Höhe über dem Erdboden findet sich $0{,}0090^0$ Temperaturabnahme pro Meter, während in tiefer gelegenen Schichten die Abnahme erheblich kleiner ist, so dass also in der freien Atmosphäre eine Annäherung an den theoretischen Wert nur in sehr grosser Höhe stattfindet. Versuche an künstlich erzeugten Luftströmen in Laboratoriumsräumen lagen bis jetzt nicht vor. Ich habe daher Herrn Studiosus Löwenherz veranlasst, solche Versuche nach meinen Angaben anzustellen.

In einem in sich zurücklaufenden System von Blechröhren von 1 dm Durchmesser (s. Fig.)



wird durch Drehung eines Ventilators V ein Luftstrom erzeugt, der etwa im Sinne der Pfeile zirkuliert. Der Abstand der Teile von grösster Höhendifferenz O und U beträgt 1,21 Meter. Die Temperaturdifferenz wurde mit einem Bolometer gemessen. Ein Draht, der einen Zweig des Bolometers darstellte, ging in der ganzen Länge der oberen Röhre durch, und in der unteren Röhre ein anderer Zweig der Wheatstoneschen Brücke. Dieses Röhrenviereck war auf einem hölzernen Rahmen befestigt, der um eine horizontale Achse $a \ldots a$ drehbar war. Zuerst wurde das Viereck in eine horizontale Ebene gelegt und der Luftstrom erzeugt. Dann wurde das Viereck um 90^0 gedreht, und zwar einmal in dem einen Sinne, einmal in dem andern Sinne. Der Luftstrom zirkulierte dabei fortwährend weiter, damit die Messungen schnell hintereinander zu machen waren. Es zeigte sich dann sehr bald, dass die Temperaturdifferenzen in den Luftströmen wirklich vorhanden waren. Aber es zeigte sich ein starker Unterschied zwischen den beiden vertikalen Stellungen, und zwar in dem Sinne, dass zu der gesuchten Temperatur-

differenz immer noch eine andere hinzukam, bei der jedesmal der Luftstrom zunächst am Ventilator wärmer war. Es liess sich das aus der Reibungswärme an den Achsenlagern des Ventilators erklären. Dass diese Erklärung richtig ist, wird dadurch sehr wahrscheinlich, dass bei umgekehrtem Drehungssinn des Ventilators sich diese störende Temperaturdifferenz umdrehte. Im Mittel fällt sie also heraus und es bleibt nur die gesuchte.

Die Resultate geben den theoretischen Wert bis auf einige Prozent an, und es lässt sich jedenfalls noch eine bessere Genauigkeit erreichen. Eine Wiederholung der Versuche mit sorgfältigerer Vermeidung der Fehlerquellen würde jedenfalls eine vollkommenere Übereinstimmung mit der Theorie ergeben. Auch würden zweifellos die Temperaturdifferenzen noch für bedeutend kleinere Höhendifferenzen bolometrisch gut messbar sein. Dadurch würde man sicherlich auch die spezifische Wärme von Gasen bei kleinen Mengen bestimmen können.

(Vom Vortragenden durchgesehenes Referat von Dr. B. Borchardt.)

Diskussion. (Von den Beteiligten durchgesehen.)

Quincke-Heidelberg. Hat die Wärmeleitung durch die warme Wand keinen Einfluss ausgeübt?

Richarz. Ein solcher machte sich in der That bemerkbar. Wenn Herr Löwenherz das Röhrennetz vertikal stellte, ohne den Ventilator laufen zu lassen, war zunächst die höher gelegene Röhre die wärmere: eine Folge der im Zimmer vorhandenen Temperaturschichtung. Beim Anlaufen des Ventilators nahm diese Temperaturdifferenz bis auf Null ab und kehrte sich dann um; die Annäherung an den theoretischen Wert des konvektiven Gleichgewichtes wurde um so grösser, je stärker der Luftstrom war. Die beobachteten Werte waren im Mittel immer noch um einige Prozente kleiner als der berechnete; diese Abweichung wird in der That durch die Wärmeleitung der Röhrenwände zu erklären sein.

Wind-Groningen. Steht nicht das hier betrachtete Konvektionsgleichgewicht in Widerspruch mit dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik? Würde dieses Gleichgewicht nicht auch in einer sich selbst überlassenen Atmosphäre sich einstellen und, da die durch dasselbe bedingten Temperaturunterschiede unabhängig sind von der Stärke der Konvektionsströme, fortbestehen müssen, nachdem die Luftströme durch Reibung bis zum vollständigen Verschwinden abgeschwächt wären? Und würde dann also nicht ein Gleichgewichtszustand da sein, wobei doch Temperaturdifferenzen vorhanden wären?

Richarz. Das konvektive Gleichgewicht bildet sich immer nur dann, wenn auf- und absteigende Luftströme vorhanden sind. Es ist ein Fall des indifferenten Gleichgewichts. Jeder Zustand, bei dem die Temperatur mit der Höhe schneller, die Dichtigkeit der Luft also langsamer abnimmt, als dem konvektiven Gleichgewicht entspricht, ist labil. Aber alle Zustände, bei denen die Temperatur mit der Höhe langsam die Dichtigkeit der Luft also schneller abnimmt, sind in mechanischer Beziehung stabil. In ruhender Luft kann ursprünglich irgend einer dieser letzteren Zustände und auch als Grenzfall derjenige des konvektiven Gleichgewichtes existieren, ohne das mechanische Bewegung eintritt. Sieht man also von der Wärmeleitung ab, wie es auch in der obigen Formel für das konvektive Gleichgewicht stillschweigend geschehen ist, so sind die Bedenken von Herrn Wind gerechtfertigt; es wären in der That dauernd Temperaturdifferenzen in einer sich selbst überlassenen ruhenden Atmosphäre vorhanden. In Wirklichkeit aber werden sie sich durch Leitung ausgleichen.

Boltzmann-Leipzig. Das konvektive Gleichgewicht, glaube ich, ist dann möglich, wenn man von jeder Reibung abstrahiert. Denn wenn Sie die Reibung in Rechnung ziehen, so wird der schliessliche Zustand natürlich immer der Ruhezustand sein. Ein Widerspruch gegen den zweiten Hauptsatz ist ebensowenig vorhanden, wie wenn man von einem absolut umkehrbaren Prozess oder einer Bewegung ohne alle Bewegungshindernisse spricht. Praktisch wird das konvektive Gleichgewicht sich ins Unendliche nicht halten lassen, sondern dann wird Ruhe und Temperaturgleichgewicht eintreten.

(Eingegangen 3. November 1900.)

E. Pringsheim (Berlin), Über die Gesetze der schwarzen Strahlung nach gemeinschaftlich mit O. Lummer ausgeführten Versuchen.

Ich will darüber sprechen, wie weit die Gesetze der „schwarzen Strahlung" — so nennt M. Thiesen die Strahlung eines schwarzen Körpers — durch die Erfahrung bestätigt werden.

Das Stefansche Strahlungsgesetz lautet:

$$1)\qquad \int_0^\infty E\,d\lambda = \text{const.}\ T^4,$$

wobei T die absolute Temperatur, $E d\lambda$ die Energie der schwarzen Strahlung für das Wellenlängengebiet λ und $\lambda + d\lambda$ bedeuten. Dies Gesetz ist bestätigt worden.

Weiter haben wir die beiden Gleichungen:

$$2)\qquad \lambda_m \cdot T = A$$

$$3)\qquad E_m = B \cdot T^5,$$

welche aus dem Wienschen Verschiebungsgesetz folgen; hierin bedeutet λ_m die Wellenlänge, bei welcher die Energie im Normalspektrum ihr

Maximum E_m erreicht; A und B sind Konstanten. Dies Gesetz ist von Lummer und mir bestätigt worden, und auch von Herrn Paschen.

Es herrscht also bis hierher eine vollkommene Übereinstimmung der verschiedenen Experimentatoren untereinander und mit der Theorie. Anders aber verhält es sich bei der Form der Energiekurve. Für diese hat W. Wien folgende Gleichung aufgestellt:

$$4) \qquad E = C \cdot \lambda^{-5} \cdot e^{-\frac{c}{\lambda T}},$$

worin C und c Konstante bedeuten. Dieses Gesetz haben wir nicht bestätigt gefunden, und auch die theoretischen Grundlagen desselben können wir nicht für unanfechtbar halten. Später hat Planck versucht, diese Formel durch elektro-magnetische Betrachtungen zu begründen. Unsere Experimente zeigten jedoch systematische Abweichungen, welche sich dadurch charakterisierten, dass die „Konstanten" C und c der Wienschen Gleichung mit steigender Wellenlänge und Temperatur sehr beträchtlich zunehmen. Bei der Wichtigkeit, welche von theoretischer Seite thatsächlichen Abweichungen der Strahlungsenergie von der Wien-Planckschen Gleichung zugeschrieben wird, schien es von Interesse, den Differenzen zwischen der Formel und den Versuchen weiter nachzugehen. Zu diesem Zweck haben wir die schwarze Strahlung für das Gebiet der längeren Wellen — zwischen 12 und 18 — spektralbolometrisch untersucht, wobei sich die früher gefundenen Abweichungen bestätigten, und sich Differenzen in gleichem Sinne wie bei den kürzeren Wellen, hier aber von viel grösserem Betrage, zeigten. Durch Vergleichung verschieden konstruierter schwarzer Körper und durch Untersuchung der Strahlungseigenschaften der bei denselben benutzten strahlenden Substanzen wurde nachgewiesen, dass diese Abweichungen unmöglich von Fehlern der benutzten Strahlungskörper herrühren können. Ebensowenig können sie durch irgend welche andere bekannte Untersuchungsfehler erklärt werden. Es ist daher erwiesen, dass die Wien-Plancksche Formel die experimentell zwischen $\lambda = 1$ und $\lambda = 18\,\mu$ verwirklichte schwarze Strahlung nicht richtig wiedergiebt, dass diese Formel also nicht als das Gesetz der schwarzen Strahlung betrachtet werden kann.

Nun hat M. Thiesen rein empirisch eine Formel aufgestellt, welche die Wiensche Formel etwas modifiziert und unsere früheren Beobachtungen innerhalb der Versuchsfehler sehr genau wiedergiebt, nämlich:

$$5) \qquad E = C \cdot \sqrt{\lambda T} \cdot \lambda^{-5} \cdot e^{-\frac{c}{\lambda T}}.$$

Die kürzlich von Lord Rayleigh angegebene Formel

$$6) \qquad E = C \cdot T \cdot \lambda^{-4} \cdot e^{-\frac{c}{\lambda T}}$$

giebt die gemachten Beobachtungen sowohl im Gebiet der kürzeren als der langen Wellen noch weniger wieder als die Wiensche Gleichung.

Neuerdings ist eine allgemeinere Formel von Lummer und E. Jahnke aufgestellt:

$$7) \qquad E = C \cdot T^5 \cdot (\lambda T)^{-\mu} \cdot e^{-\frac{c}{(\lambda T)^\nu}}.$$

Dieselbe enthält die Wiensche, die Thiesensche und die Rayleighsche als Spezialfälle. Wir haben diese Formel noch nicht prüfen können, halten übrigens eine solche Prüfung auch nicht für besonders interessant. Für wichtig können wir eine solche Prüfung nur halten, wenn die aufgestellte Formel eine theoretische Grundlage hat, wie die Wiensche, während die andern doch eben nur empirische Formeln sind. Für praktische Zwecke könnte man sich mit der Thiesenschen Formel begnügen; weitere Untersuchungen werden also erst dann von Interesse sein, wenn eine mit den Versuchsresultaten nicht in Widerspruch stehende Spektralgleichung theoretisch einwandsfrei hergeleitet ist. —

(Vom Vortragenden durchgesehenes Referat von Dr. B. Borchardt.)

Diskussion.

W. Wien (Würzburg): Wir können der Sache theoretisch erst dann näher treten, wenn die verschiedenen Beobachter in ihren Resultaten übereinstimmen, was bis jetzt noch nicht der Fall ist. Weiter halte ich Fehlerquellen bei den Versuchen doch nicht für ganz ausgeschlossen. Man könnte doch bei diesen langen Wellen an Absorption denken. Wenn die Atmosphäre etwa durch Wasserdampf verunreinigt wäre, so würde die Absorption anders wirken als bei Verunreinigung durch Kohlensäure.

Pringsheim: Diese Fehlerquelle halte ich durch die Art der Untersuchung für ganz ausgeschlossen.

Wiener (Leipzig): Ist es denn sicher, dass auch bei der grössten Wellenlänge die Absorption des Bolometers genau berücksichtigt ist?

Pringsheim: Das weiss man sehr genau. Wir haben das sehr genau geprüft. Für lange Wellen ist es viel leichter, einen schwarzen Körper herzustellen. Da ist Russ schon 92 % eines schwarzen Körpers, Porzellan 90 %.

Wiener: Für ganz lange Wellen wird Russ ja durchsichtig.

Pringsheim: Das mag sein, kommt aber hier nicht in Betracht.

Runge (Hannover): Ich weiss, dass Paschen auch Abweichungen von dem Wienschen Gesetz beobachtet hat, die aber nicht entfernt so gross sind, wie die von Pringsheim.

(Eingegangen am 14. November 1900.)

REFERATE.

Elektrotechnik.
Besorgt von Prof. Dr. Th. Des Coudres.

West's automatischer Umschalter für telephonische Nebenanschlüsse.

Nach den vom Reichskanzler erlassenen Bestimmungen über die Benutzung der Fernsprecheinrichtungen ist es vom 1. April d. J. ab gestattet, innerhalb eines Grundstückes ausser dem Hauptanschluss an das Fernsprechnetz noch bis zu fünf Nebenstellen einzurichten.

Hiernach können also z. B. in einem Hause, in welchem der Eigentümer einen Telephonanschluss hat, noch fünf Mieter von ihren Wohnungen aus diesen Anschluss gemeinschaftlich mitbenutzen. Da für den Hauptanschluss in Berlin jährlich 180 Mark zu zahlen sind, während ein solcher Nebenanschluss nur 15 Mark an Jahresgebühr kostet, so dürfte diese bedeutende Preisermässigung die Veranlassung sein, dass sich aus denjenigen Kreisen der Bevölkerung, deren Bedürfnis zum Telephonieren nur ein Geringes ist, denen also der Einzelanschluss zu theuer war, eine grosse Zahl finden werden, welche sich auf diese Weise die Annehmlichkeiten des Fernsprechanschlusses verschaffen möchten.

Die gemeinschaftliche Benutzung eines Leitungsdrahtes zum Vermittelungsamt, seitens mehrerer Teilnehmer machte bisher die Errichtung einer Hauszentrale nötig, wo irgend eine Mittelsperson, gewöhnlich der Portier, die gewünschten Verbindungen bewirken musste. Diese Hauszentralen haben sich nicht bewährt, denn sie lassen in Bezug auf Pünktlichkeit der Verbindung viel zu wünschen übrig, ausserdem kann der Portier, mit dem in der Hauszentrale notwendigen Telephon, jedes geführte Gespräch mit anhören, ein Umstand, der jedem die Benutzung solcher Nebenstelle binnen kurzer Zeit total verleidet.

An eine Einrichtung zur gemeinschaftlichen Benutzung einer Fernsprechleitung seitens mehrerer Teilnehmer müssen folgende Ansprüche gestellt werden:

1. Sie muss für fünf Nebenstellen eingerichtet sein.
2. Jeder Teilnehmer muss sich ohne Mittelsperson mit dem Amt in Verbindung setzen können.
3. An den Sprechstellen der Teilnehmer muss ein Signal jederzeit anzeigen, ob die Leitung frei oder besetzt ist.
4. So lange der Teilnehmer spricht, darf kein Anderer die Leitung in Benutzung nehmen können, das Gespräch darf weder gestört, noch von Anderen gehört werden.
5. Das Amt muss jeden Teilnehmer anrufen können, ohne dass die andern Teilnehmer derselben Leitung gestört werden.
6. Sobald das Amt einen Teilnehmer ruft, darf kein anderer Teilnehmer die Leitung in Benutzung nehmen können.

Eine Einrichtung, welche diesen Anforderungen vollkommen genügt, ist von Herrn Jul. H. West angegeben und wird von der Akt-Ges. Mix & Genest in Berlin ausgeführt. Sie besteht aus den Telephonapparaten an den Sprechstellen der einzelnen Teilnehmer und einem automatischen Umschalter, der an einer beliebigen Stelle im Hause untergebracht werden kann und durch lokale Leitungen mit den Sprechstellen der Teilnehmer verbunden wird.

Die Apparate an den Sprechstellen enthalten ausser der gewöhnlichen Einrichtung einen „Verriegelungs-Elektromagnet" *e* Figur 1, dessen

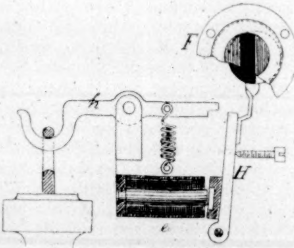


Fig. 1.

Ankerhebel *H* bei angezogenem Anker, den Aufhängehaken *h* festhält, derart, dass er sich nicht bewegen kann, wenn der Hörer abgenommen wird. Sobald ein Teilnehmer seinen Hörer abhebt, schliesst er selbstthätig den Stromkreis der gemeinschaftlichen Mikrophonbatterie *b* (Schaltungsskizze Fig. 2) und der Elektromagnet *R* zieht seinen Anker an. Dadurch wird der Stromkreis der Verriegelungsbatterie *B* geschlossen. Es fliesst nun ein Strom von *B* über c_3, Leitung l_6, Kontaktschiene s_1, durch die dagegen liegenden sechs Kontaktfedern F_I . . . . F_{VI} nach den Klemmen 1 sämtlicher Sprechstellen, durch deren Verriegelungselektromagnete *e* nach den Klemmen 5 und die Leitung l_5 nach der Batterie zurück. Indem die Verriegelungselektromagnete ihren Anker anziehen, werden also die unbenutzten anderen Sprechstellen automatisch verriegelt, d. h. die Hörer und Mikrophone aller andern Teilnehmer können nicht mit der Leitung verbunden werden; kein Anderer kann das Gespräch mit anhören oder stören.

Der Sprechverkehr zwischen Neben-

stelle und Amt erfolgt also nach beiden Richtungen völlig geheim.

Am Ankerhebel des Verriegelungsmagneten ist eine kleine Signalscheibe befestigt (Fig. 1), deren weisse Hälfte hinter dem Fensterchen *F* sichtbar wird, solange die Leitung benutzt wird; andernfalls sieht man die schwarze Hälfte, d. h. die Leitung ist frei.

Die Nebenstelle verbindet sich also durch das blosse Abheben des Hörers direkt mit dem Amt, verriegelt zugleich alle andern Nebenstellen und zeigt diesen durch die Signalscheiben an, dass die Leitung besetzt ist.

Somit wären durch diese einfache Verriegelungsvorrichtung die ersten vier der oben gestellten Anforderungen bereits erfüllt. Nicht ganz so einfach gestaltet sich die Sache in den Punkten 5 und 6, wo es sich um die automatische Verbindung des Amtes mit einem bestimmten Teilnehmer handelt. Zu diesem Zwecke dient der automatische Umschalter, der in Figur 3 im Längs- und Querdurchschnitt sowie im Grundriss in verkleinertem Maassstabe gezeichnet ist.

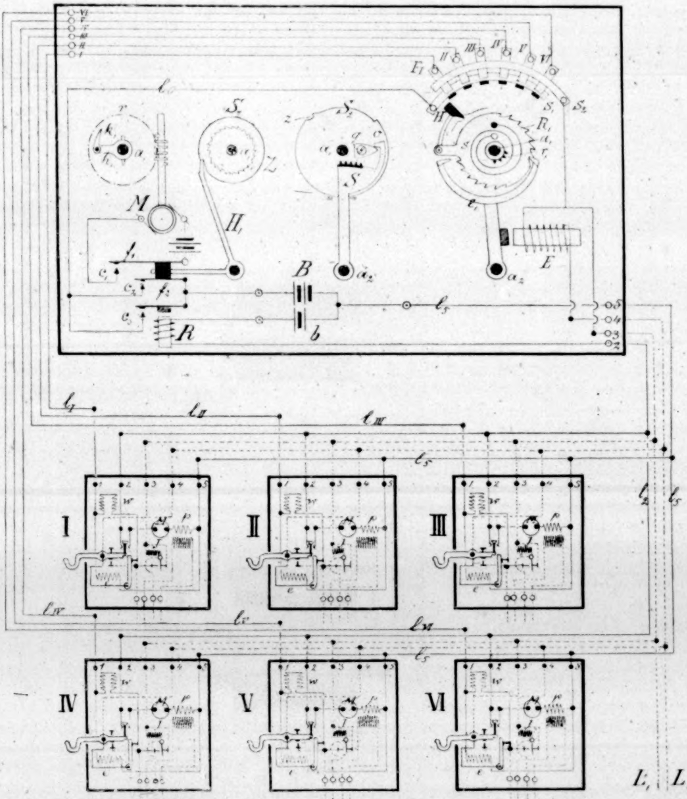


Fig. 2.

Um seine Wirkungsweise zu erklären, sind in Figur 2 die einzelnen Teile desselben, welche sonst übereinander auf zwei Achsen a_1 a_2 stecken, schematisch nebeneinander ausgebreitet. Fest auf der Achse a_1 sitzen das Schneckenrad *r* und der Hebel h_1. Letzerer trägt an seinem äusseren Ende die Sperrklinke k_1, welche in das Sperrrad *Z* eingreift. *Z* und die beiden Scheiben S_1 und

S_2 sind starr miteinander verbunden und sitzen lose drehbar auf der Achse a_1. Ebenfalls lose drehbar auf dieser Achse sitzt das Steigerad R_1, mit dem daran befestigten kleinen Zahnradsegment r_1; die Spiralfeder s ist bestrebt, das Steigerad R_1 im Sinne des Uhrzeigers herumzudrehen. In die Zähne von R_1 greift das um die Achse a_2 drehbare Echappement e_1, welches den Anker des Elektromagneten E trägt.

Die Spule dieses Elektromagneten, welche den Elektromagnet E, wodurch das Steigerad zahnweise im Sinne des Uhrzeigers herumgedreht wird. Nach dem ersten Stromstoss steht der Hammer H der Feder F_1, nach dem zweiten Stromstoss der nächsten Feder u. s. w. gegenüber. Bei dieser Bewegung dreht der Hammer, dessen Finne in dem Einschnitt z der Scheibe S_2 liegt, diese sowie S_1 und Z mit herum.

Die Bewegung von S_1 hat zur Folge, dass der zweiarmige Hebel H_1, dessen oberes Ende

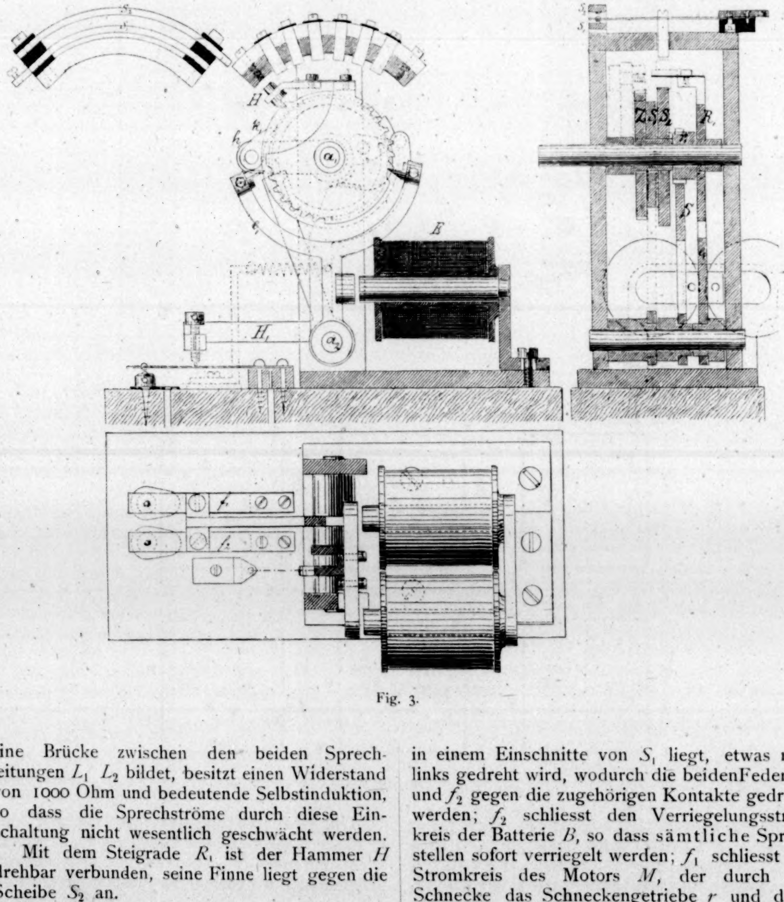


Fig. 3.

eine Brücke zwischen den beiden Sprechleitungen L_1 L_2 bildet, besitzt einen Widerstand von 1000 Ohm und bedeutende Selbstinduktion, so dass die Sprechströme durch diese Einschaltung nicht wesentlich geschwächt werden.

Mit dem Steigrade R_1 ist der Hammer H drehbar verbunden, seine Finne liegt gegen die Scheibe S_2 an.

Wenn nun das Amt einen der Teilnehmer anrufen will, so schickt es 1 bis 6 Stromstösse in die Leitung (je nach der Nummer des betreffenden Teilnehmers), diese Ströme erregen in einem Einschnitte von S_1 liegt, etwas nach links gedreht wird, wodurch die beiden Federn f_1 und f_2 gegen die zugehörigen Kontakte gedrückt werden; f_2 schliesst den Verriegelungsstromkreis der Batterie B, so dass sämtliche Sprechstellen sofort verriegelt werden; f_1 schliesst den Stromkreis des Motors M, der durch eine Schnecke das Schneckengetriebe r und damit die Achse a_1 langsam dreht, so dass sie im Laufe von ungefähr 2 Minuten eine Umdrehung macht. Dabei greift die Klinke k_1 in die Zähne des Sperrades Z ein, sodass dieses mit S_1 und S_2

der Drehung der Achse folgen müssen. Dieser Drehung waren sie vorher, durch die einstellende Arbeit des Echappements etwas vorausgeeilt. Sobald aber R_1 und H feststehen, bewirkt die Drehung von S_2, dass die Hammerfinne aus dem Zahneinschnitt herausgehoben und der Hammerkopf nach aussen gepresst wird; dabei drückt er gegen das Ebonitstück der ihm gegenüberstehenden Feder — z. B. gegen F_{III} — und hebt diese von der unteren Kontaktschiene s_1 ab und drückt sie gegen die obere Kontaktschiene s_2. Hierdurch wird erstens der Verriegelungsstromkreis der Sprechstelle III unterbrochen, so dass diese Sprechstelle entriegelt wird, und zweitens wird der Wecker w dieser Sprechstelle über s_2, F_{III}, Klemme 1 der Sprechstelle III, Ankerhebel des Verriegelungselektromagneten e und Klemme 4 mit den beiden Sprechleitungen L_1 L_2 verbunden. Jetzt kann die Sprechstelle III in üblicher Weise angerufen werden, und zwar bleibt dieser Zustand bestehen, bis die Scheibe S_2 etwa $^3/_4$ Umdrehungen ausgeführt hat, weil dann der Hammer H in den grossen Ausschnitt der Scheibe S_2 hineinfällt, wodurch die Feder F_{III} wieder in die Ruhelage zurückkehrt; dadurch wird der Wecker ausgeschaltet und die Sprechstelle wieder verriegelt, sofern der Teilnehmer III nicht inzwischen seinen Hörer abgenommen hat. —

Jetzt wird das Steigerad und der Hammer in die gezeichnete Ruhelage zurückgebracht. In die Zähne des Zahnradsegmentes r_1 greifen die Zähne des Segmentes S, welches bei der Einstellung von R_1 aus der dargestellten Lage etwas nach links gedreht worden ist. Das auf auf S_2 sitzende Stück q kommt bei der Drehung von S_2 in die Bahn der Nase o des Segmentes S. Kurz nachdem der Hammer in den Einschnitt S_2 gefallen ist, erreicht q die Nase o und dreht dadurch das Segment nach rechts. Hierdurch wird, infolge des Eingriffs von S und r_1, das Steigrad R_1 in die dargestellte Ruhelage zurückgedreht, wobei auch der Hammer H wieder in den Einschnitt z hineinfällt. Gleichzeitig fällt auch der Hebel H_1 wieder in den Einschnitt der Scheibe S_1, wodurch sowohl der Verriegelungsstromkreis, als auch der Stromkreis vom Motor unterbrochen wird. —

Der Apparat steht also in der Anfangslage still und sämtliche Sprechstellen sind entriegelt, vorausgesetzt, dass der gerufene Teilnehmer nicht vor der Zurückstellung des Steigerades seinen Hörer vom Haken abgenommen hat. Ist das der Fall, so ist der Verriegelungsstromkreis, wie früher beschrieben, über den Kontakt c_3 geschlossen worden, so dass die nicht benutzten Sprechstellen auch nach dem Stillstehen des automatischen Umschalters verriegelt bleiben, so lange, als der gerufene Teilnehmer spricht.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass der gerufene Teilnehmer an seine Sprechstelle kommen muss, bevor die Rückstellung des Steigerades R_1 beginnt; bis dahin, d. h. über $1^1/_2$ Minuten lang, ist sein Wecker mit der Leitung verbunden und er kann gerufen werden. Die Zeit von $1^1/_2$ Minuten ist für den Anruf völlig ausreichend, indem erfahrungsmässig feststeht, dass der Rufende die Sprechstelle verlässt, wenn er nicht innerhalb $1^1/_2$ Minuten Antwort empfängt.

Kommt der Teilnehmer erst nach $1^1/_2$ Minuten zur Sprechstelle, so hat die Rückstellung des Apparates bereits begonnen, er findet dann seine Sprechstelle verriegelt und muss dann einen Augenblick warten, bis der Motor stillsteht; worauf sich die Sprechstelle entriegelt und er sich dann selbst mit dem Anrufenden verbinden kann — sofern dieser noch dort, an seinem Apparat sein sollte.

Der Wecker w wird beim Abheben des Hörers aus der Leitung ausgeschaltet, indem an dem Hebel des Hakenumschalters h, Fig. 1, eine kleine (nicht gezeichnete) Feder schräg angebracht ist, welche mit einem Stift am oberen Ende des Ankerhebels H derart in Eingrift kommt, dass dieser Hebel ein klein wenig von seinem Ruhekontakt entfernt wird.

Aus dem Gesagten erkennt man, dass das Amt jeden beliebigen Teilnehmer einzeln anrufen kann, ohne dass die andern dadurch gestört werden, und dass es jedem Teilnehmer unmöglich gemacht ist, sich in die Leitung einzuschalten, sobald diese bereits in Benutzung genommen ist, sei es vom Amte aus, oder durch einen andern Teilnehmer. Um zu verhindern, dass ein Gespräch durch Entsendung von Rufstrom von anderen Sprechstellen aus gestört wird, sind die Aufrufsinduktoren J derart geschaltet, dass Rufstrom erst geschickt werden kann, nachdem der Hörer abgehoben und der Hebel h den unteren Kontakt berührt hat, was er, bei stattgefundener Verriegelung nicht kann.

Somit sind die sämtlichen im Eingange gestellten Bedingungen, die man an ein solches System stellen muss, erfüllt. Es erfüllt das vorliegende System aber auch noch darüber hinausgehende Ansprüche, die man nicht notwendigerweise stellen muss, wie z. B. den, dass jeder Teilnehmer jeden andern in diesem Nebenanschlusskreise — d. h. in demselben Hause — anrufen und sprechen kann. Wird dies gewünscht, so wäre während der Einstellung des Umschalters seitens des Amtes, der Hörer des rufenden Teilnehmers zu dem Elektromagneten E parallel geschaltet. Um die sich daraus ergebende Abschwächung des vom Amte aus gesandten Stromes zu vermeiden, ist an den Sprechstellen eine, in Fig. 2 nicht gezeichnete, Taste erforderlich, mit deren Hilfe zwischen den

Hebel des Hakenumschalters und dessen Arbeitskontakt ein Widerstand von 2000 Ohm eingeschaltet werden kann. Der rufende Teilnehmer drückt dann auf diese Taste so lange, als die Einstellung dauert. —

Die Weckströme, welche zum Teil durch den Elektromagneten E abgezweigt werden, beeinflussen dessen Anker in keiner Weise, da letzterer ziemlich träge ist und dem schnellen Wechsel der Weckströme nicht folgen kann.

Dieses System bedingt auf dem Amte keinerlei Abänderungen der jetzt bestehenden Einrichtungen. Nachdem der Beamte die Verbindung hergestellt hat, schickt er mit Hilfe der vorhandenen Ruftaste, welche an eine Gleichstromquelle angeschlossen ist, 1—6 kurze Stromstösse in die Leitung und der gewünschte Teilnehmer im Nebenanschluss ist angeschlossen und kann gerufen werden.

In einigen Fernsprechnetzen, z. B. in Berlin, sind bekanntlich Kontrollelemente aufgestellt, welche in die Leitung eingeschaltet sind, solange der Hörer vom Haken abgehoben ist. Für solche Netze erhält das Relais R eine zweite Kontaktfeder, welche mit der Mitte der Elektromagnetspule E verbunden wird, während der zugehörige Arbeitskontakt über ein Element an Erde gelegt wird. Dieses Element schickt dann Strom in beide Leitungen, so lange an irgend einer Sprechstelle der Hörer vom Haken abgehoben ist.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, dass die Reichstelegraphenverwaltung das alleinige Recht hat, die Leitung vom Amte bis zum Hauptanschlusse herzustellen. Sie liefert auch den Apparat zur Hauptsprechstelle und bleibt dieser Eigentum der Post-Verwaltung. Die Herstellung und Instandhaltung der Nebenanschlüsse ist dagegen Sache der Teilnehmer (resp. des Hauseigentümers), welche sie nach Belieben durch die Reichstelegraphenverwaltung, oder durch Dritte bewirken lassen können; die sie aber zu bezahlen haben und welche ihr Eigentum bleiben.

Unter Berücksichtigung einer 4 prozentigen Verzinsung des Anlagekapitals, 7 bis 10 Prozent Abschreibung, Unterhaltung der Apparate und Akkumulatorenbatterien, und die Zahlung der Jahresgebühren, stellen sich die durchschnittlichen Jahreskosten pro Teilnehmer bei:

1 Hauptanschluss:	1	2	3	4	5	Nebenstellen
auf 180	118,30	88,10	73,00	64,00	57,90	Mark,

d. h. um so niedriger, je mehr Nebenanschlussteilnehmer vorhanden sind.

Allerdings, einen Übelstand hätte dieses System der Nebenanschlüsse doch noch: von den Teilnehmern kann immer nur einer sprechen, und es wird vorkommen, dass einer mit seinem Gespräch einen Augenblick warten muss. Dieser Nachteil ist aber in Anbetracht der sehr erheblichen Kostenersparnis nicht sehr ins Gewicht fallend. Ein deutscher Durchschnitts-Teilnehmer führt 18 Gespräche täglich, jedes zu $2\frac{1}{2}$ Minuten. Sechs Teilnehmer würden also die gemeinschaftliche Leitung täglich nur $4\frac{1}{2}$ Stunde benutzen, und $10\frac{1}{2}$ Stunde (Dienstzeit 7 Uhr früh bis 10 Uhr Abends = 15 Stunden) bliebe sie noch unbenützt.

Ernst Ruhmer, Berlin.

(Eingegangen 15. November 1900.)

Eingegangene Schriften.

(Eingehende Besprechung vorbehalten.)

Korn, Arthur, Lehrbuch der Potentialtheorie. II. Allgemeine Theorie des logarithmischen Potentials und der Potentialfunktionen in der Ebene. Mit 58 in den Text gedruckten Figuren. X u. 366 S. Berlin, Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung. 1901.

Liebmann, H., Lehrbuch der Differentialgleichungen. Mit zahlreichen Figuren im Text. VI u. 226 S. Leipzig, Veit & Comp. 1901. Mk. 6.—.

Lüroth, J., Vorlesungen über numerisches Rechnen. Mit 14 Figuren im Text. VI u. 194 S. Leipzig, B. G. Teubner. 1900. Mk. 8.—.

Manno, Richard, Heinrich Hertz — für die Willensfreiheit? Eine kritische Studie über Mechanismus und Willensfreiheit. VI u. 68 S. Leipzig, Wilhelm Engelmann. 1900. Mk. 1.50.

Personalien.

Der ordentliche Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule in Karlsruhe, Geheimer Hofrat Josef Hart, ist auf sein Gesuch in de Ruhestand versetzt worden.

Am 20. November starb in Berlin der Physiker August Böttcher, 75 Jahre alt.

Dem Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule zu Aachen, v. Mangoldt, wurde der Charakter eines Geheimen Regierungsrates verliehen.

Am 7. November starb in Mülheim am Rhein der Oberingenieur und erste Elektriker der Firma Felten & Guilleaume Carlswerk A.-G., Herr Johannes Hausmann, der eine bemerkenswerte Rolle in der Entwickelung der Elektrotechnik und besonders der Kabeltechnik gespielt hat.

Der ordentliche Professor der Maschinenelemente an der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, E. Reichel, ist aus Gesundheitsrücksichten für das Wintersemester beurlaubt worden.

Am 1. November ist der Direktor der Allgemeinen Österreichischen Elektrizitätsgesellschaft, Ingenieur Josef Kolbe infolge eines Herzschlages plötzlich gestorben.

Dem Professor des Maschinenwesens an der Technischen Hochschule zu Hannover, W. Riehn, wurde der Charakter eines Geheimen Regierungsrates verliehen.

An der Technischen Hochschule zu München ist die Abhaltung von Vorlesungen über Theorie und Konstruktion der elektrischen Schalt- und Regulierapparate, sowie über Kostenberechnung von elektrischen Maschinen und Apparaten, dann über elektrische Strassen- und Vollbahnen dem Betriebsingenieur für Elektrotechnik bei der Generaldirektion der bayerischen Staatseisenbahnen B. Gleichmann übertragen worden.

Dem ordentlichen Professor der Physik an der Czechischen Universität zu Prag, V. Strouhal, wurde der Titel Hofrat verliehen.

Berichtigungen.

In dem Referate über den Pariser Bericht von Villard sind Seite 137, Spalte 2, Zeile 29 die Worte „soviel ich weiss, von E. Wiedemann", zu ersetzen durch „von Hittorf".

Für die Redaktion verantwortlich Dr. H. Th. Simon in Frankfurt a. M. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.